

## **TUGAS AKHIR**

# **PRARANCANGAN PABRIK *PHTHALIC ANHYDRIDE* DENGAN PROSES OKSIDASI *NAPHTHALENE* KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**



Oleh :

Dina Ratnasari

I 0507004

Astri Nur Fajriyati

I 0507025

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2013**

*commit to user*

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK *PHTHALIC ANHYDRIDE***  
**DENGAN PROSES OKSIDASI *NAPHTHALENE***  
**KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Dina Ratnasari

I 0507004

Astri Nur Fajriyati

I 0507025

Pembimbing II

Pembimbing I

Inayati S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19710829 199903 2 001

Ir. Endang Mastuti  
NIP. 19500125 197903 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Ir. Arif Jumari M.Sc.  
NIP. 19650315 199702 1 001

1. ....

2. Ir. Endah Retno D., M.T.  
NIP. 19690719 200003 2 001

2. ....

Disahkan  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Sunu H. Pranolo  
NIP. 19690316 199802 1 001

*commit to user*

## INTISARI

**Dina Ratnasari dan Astri Nur Fajriyati, 2013, Prarancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dengan Proses Oksidasi *Naphthalene* Kapasitas 80.000 Ton/Tahun, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta**

*Phthalic anhydride* merupakan senyawa organik yang sering dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan *plasticizer*, alkid resin dan *unsaturated polyester resin*. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik *phthalic anhydride* kapasitas 80.000 ton/tahun dengan bahan baku *naphthalene* 69.338 ton/tahun. Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 158 orang. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan non *shift*. Kebutuhan bahan baku *naphthalene* diperoleh dari ABA Chemie, Malaysia dan bahan baku oksigen diperoleh dari udara bebas. Lokasi pendirian pabrik yang strategis dipilih di Kawasan Industri Cilegon, Banten.

Reaksi pembentukan *phthalic anhydride* merupakan reaksi oksidasi *naphthalene* pada fase gas dengan katalis vanadium pentaoksida. Reaksi berlangsung dalam reaktor *fixed bed multi tube* dengan kondisi non isothermal non adiabatik pada suhu 350 – 390,18 °C dan tekanan 1,7 atm. Konversi *naphthalene* yang diperoleh sebesar 99,9%. Reaksi berlangsung secara eksotermis, sehingga sebagian panas reaksi didinginkan menggunakan *molten salt*. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku *naphthalene* dan katalis, pembentukan *phthalic anhydride* di dalam reaktor, serta pemurnian produk. Pemurnian produk menggunakan *switch condenser* dan *prilling tower*, sehingga diperoleh *phthalic anhydride* dengan kemurnian 99,88%.

Utilitas terdiri dari unit penyediaan air laut sebagai pendingin, unit penyediaan air untuk keperluan umum dan air proses, tenaga listrik, penyediaan udara tekan, penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Pabrik *phthalic anhydride* memiliki tiga laboratorium, yaitu laboratorium fisik, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian dan pengembangan, untuk menjaga kualitas bahan baku dan produk.

Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik *phthalic anhydride* diperoleh modal tetap sebesar Rp 227.267.108.502 dan modal kerja sebesar Rp. 357.216.738.333. Biaya produksi total per tahun sebesar Rp. 1.016.174.363.345. Hasil analisis kelayakan menunjukkan ROI sebelum pajak 94,22% dan setelah pajak 70,67%, POT sebelum pajak 0,96 tahun dan setelah pajak 1,24 tahun, BEP 41,29%, SDP 33,71% dan DCF sebesar 36,25%. Dari analisa ekonomi, pendirian pabrik *phthalic anhydride* layak untuk didirikan.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, hanya karena rahmat dan ridho-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dengan Proses Oksidasi *Naphthalene* Kapasitas 80.000 Ton/Tahun" ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
2. Ir. Endang Mastuti selaku Dosen Pembimbing I dan Inayati S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
3. Ir. Arif Jumari M.Sc. selaku Dosen Penguji I dan Ir. Endah Retno D. M.T. selaku Dosen Penguji II dalam ujian pendadaran tugas akhir
4. Ir. Endang Mastuti dan Ir. Paryanto M.S. selaku Pembimbing Akademik.
5. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS.
6. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2007.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2013

*commit to user*

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi .....	iii
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Singkatan dan Lambang .....	xiii
Intisari .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
I.2 Kapasitas Perancangan .....	2
I.2.1 Kebutuhan <i>Phthalic Anhydride</i> di Indonesia .....	2
I.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	5
I.2.3 Kapasitas Minimal .....	5
I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	6
I.3.1 Faktor Utama .....	7
I.3.2 Faktor Khusus .....	8
I.4 Tinjauan Pustaka .....	8
I.4.1 Macam - macam Proses .....	8
I.4.2 Kegunaan Produk .....	10
I.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk .....	11
a. Bahan Baku .....	11

b. Produk .....	13
I.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum .....	14
 BAB II DESKRIPSI PROSES	
II.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk .....	17
II.1.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	17
II.1.2 Spesifikasi Produk .....	18
II.1.3 Spesifikasi Bahan Pendukung .....	18
II.2 Konsep Proses .....	19
II.2.1 Dasar Reaksi .....	19
II.2.2 Mekanisme Reaksi .....	19
II.2.3 Kondisi Operasi .....	20
II.2.4 Tinjauan Kinetika .....	22
II.2.5 Tinjauan Termodinamika .....	23
II.3 Diagram Alir Proses .....	27
II.3.1 Diagram Alir Proses .....	27
II.3.2 Diagram Alir Kualitatif .....	27
II.3.3 Diagram Alir Kuantitatif .....	27
II.3.4 Langkah Proses .....	31
a. Tahap Persiapan Bahan Baku .....	31
b. Tahap Pembentukan <i>Phthalic Anhydride</i> .....	32
c. Tahap Pemisahan Produk .....	33
II.4 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	34
II.4.1 Neraca Massa .....	34



II.4.2 Neraca Panas .....	36
II.5 <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan Proses .....	39
II.5.1 <i>Lay Out</i> Pabrik.....	39
II.5.2 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses .....	42

### BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

III.1 <i>Extruder</i> .....	45
III.2 <i>Furnace</i> .....	45
III.3 Reaktor .....	46
III.4 <i>Switch Condenser</i> .....	47
III.5 <i>Prilling Tower</i> .....	48
III.6 Silo .....	49
III.7 <i>Belt Conveyor</i> .....	49
III.8 <i>Bucket Elevator</i> .....	50
III.9 <i>Screw Conveyor</i> .....	50
III.10 <i>Hopper</i> .....	51
III.11 <i>Waste Heat Boiler</i> .....	51
III.12 <i>Heat Exchanger</i> .....	52
III.13 Pompa .....	56
III.14 <i>Blower</i> .....	57

### BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

IV.1 Unit Pendukung Proses .....	58
IV.1.1 Unit Pengadaan Air .....	59
a. Unit Pengolahan Air Laut.....	59

b. Unit Pengolahan Air dari PT. KTI .....	61
c. Air Pendingin dan Air Pemadam Kebakaran .....	67
d. Air Umpan <i>Waste Heat Boiler</i> .....	67
e. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi .....	68
f. Kebutuhan Air .....	68
IV.1.2 Unit Pengadaan Udara Tekan .....	70
IV.1.3 Unit Pengadaan Listrik .....	71
a. Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas .....	72
b. Listrik untuk Penerangan .....	73
c. Listrik untuk AC .....	75
d. Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi .....	75
IV.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	76
IV.2 Laboratorium .....	77
IV.2.1 Laboratorium Fisik .....	79
IV.2.2 Laboratorium Analitik .....	79
IV.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan .....	79
IV.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk .....	80
IV.2.5 Prosedur Analisa Proses .....	80
IV.2.6 Prosedur Analisa Air .....	81
IV.3 Unit Pengolahan Limbah .....	81

## BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

V.1 Bentuk Perusahaan .....	84
V.2 Struktur Organisasi .....	85



V.3	Tugas dan Wewenang .....	90
V.3.1	Pemegang Saham .....	90
V.3.2	Dewan Komisaris .....	90
V.3.3	Dewan Direksi .....	91
V.3.4	Staf Ahli .....	92
V.3.5	Kepala Bagian .....	92
V.3.6	Kepala Seksi .....	96
V.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	97
V.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i> / Harian .....	97
V.4.2	Karyawan <i>Shift</i> .....	97
V.5	Status Karyawan dan Sistem Upah .....	99
V.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	100
V.6.1	Penggolongan Jabatan .....	100
V.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji .....	100
V.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	103

## BAB VI ANALISA EKONOMI

VI.1	Penaksiran Harga Peralatan .....	106
VI.2	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	108
VI.2.1	Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ) .....	109
VI.2.2	Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment</i> ) .....	110
VI.3	Biaya Produksi Total ( <i>Total Poduction Cost</i> ) .....	110
VI.3.1	<i>Manufacturing Cost</i> .....	110
a.	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	110

b. <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> .....	111
c. <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> .....	111
VI.3.2 <i>General Expense (GE)</i> .....	112
VI.4 Keuntungan Produksi .....	112
VI.5 Analisa Kelayakan .....	113
Daftar Pustaka .....	xviii
Lampiran	

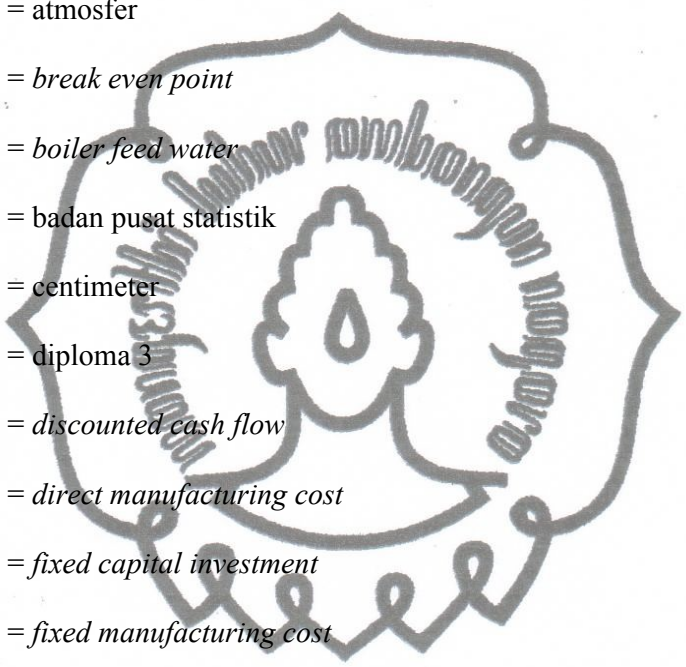


## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Data Impor <i>Phthalic Anhydride</i> di Indonesia .....	3
Gambar I.2	Diagram Blok Pembuatan <i>Phthalic Anhydride</i> .....	16
Gambar II.1	Panas Reaksi .....	24
Gambar II.2	Diagram Alir Proses .....	28
Gambar II.3	Diagram Alir Kualitatif .....	29
Gambar II.4	Diagram Alir Kuantitatif .....	30
Gambar II.5	<i>Lay Out</i> Pabrik .....	41
Gambar II.6	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses .....	44
Gambar IV.1	Skema Pengolahan Air Laut .....	61
Gambar IV.2	Skema Pengolahan Air dari PT. KTI .....	66
Gambar V.1	Struktur Organisasi Pabrik <i>Phthalic Anhydride</i> .....	89
Gambar VI.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i> .....	107
Gambar VI.2	Grafik Analisa Kelayakan .....	116

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

### SINGKATAN

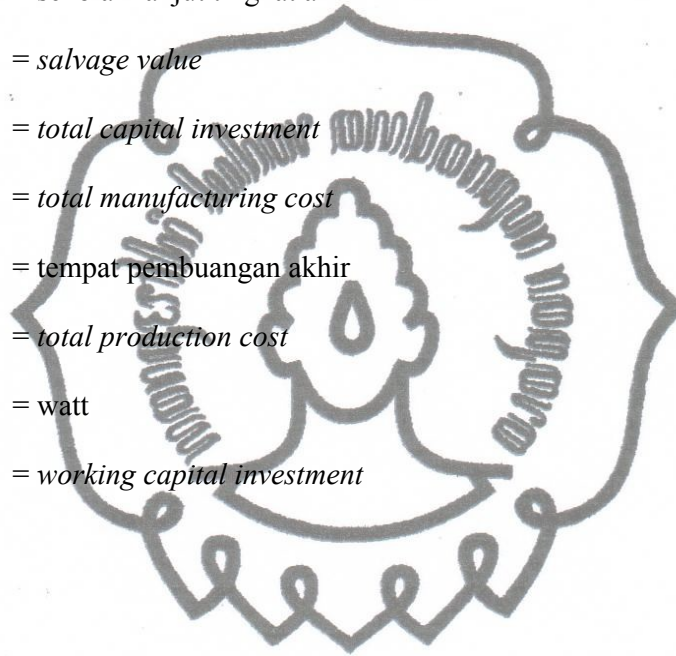


AC	= <i>air conditioner</i>
atm	= atmosfer
BEP	= <i>break even point</i>
BFW	= <i>boiler feed water</i>
BPS	= badan pusat statistik
cm	= centimeter
D3	= diploma 3
DCF	= <i>discounted cash flow</i>
DMC	= <i>direct manufacturing cost</i>
FCI	= <i>fixed capital investment</i>
FMC	= <i>fixed manufacturing cost</i>
fpm	= <i>feet per minute</i>
g	= gram
GE	= <i>general expense</i>
hp	= <i>horse power</i>
IDO	= <i>industrial diesel oil</i>
IDS	= <i>inside diameter shell</i>
IDT	= <i>inside diameter tube</i>
IMC	= <i>indirect manufacturing cost</i>
in	= inchi

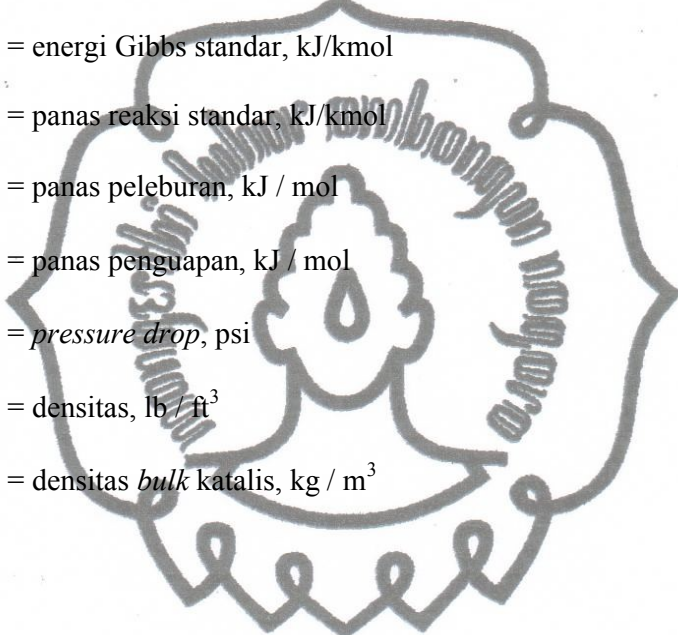
*commit to user*

K	= kelvin
Kabag	= kepala bagian
kal	= kalori
Kasi	= kepala seksi
kg	= kilogram
kJ	= kilojoule
kmol	= kilomol
kPa	= kilopascal
KTI	= Krakatau Tirta Industri
kW	= kilo watt
L	= liter
LITBANG	= penelitian dan pengembangan
LPG	= <i>liquified petroleum gas</i>
LPS	= <i>low pressure steam</i>
m	= meter
mm	= milimeter
NPSH	= <i>net positive suction head</i>
ODT	= <i>outside diameter tube</i>
PLN	= perusahaan listrik negara
POS	= <i>profit on sales</i>
POT	= <i>pay out time</i>
PT	= peseroan terbatas
ROI	= <i>return on investment</i>

rpm	= <i>radian per minute</i>
RUPS	= rapat umum pemegang saham
SDP	= <i>shut down point</i>
SK	= surat keputusan
SLTA	= sekolah lanjut tingkat akhir
SV	= <i>salvage value</i>
TCI	= <i>total capital investment</i>
TMC	= <i>total manufacturing cost</i>
TPA	= tempat pembuangan akhir
TPC	= <i>total production cost</i>
W	= watt
WCI	= <i>working capital investment</i>





**LAMBANG**

$\mu$	= viskositas, cp
$\varepsilon$	= porositas tumpukan katalis, $\text{m}^3 / \text{m}^3$
$K_0$	= konstanta kesetimbangan pada suhu standar
$P^0$	= tekanan uap murni, mmHg
$\Delta G_f^0$	= energi Gibbs standar, kJ/kmol
$\Delta H_f^0$	= panas reaksi standar, kJ/kmol
$\Delta H_{\text{fus}}$	= panas peleburan, kJ / mol
$\Delta H_{\text{vap}}$	= panas penguapan, kJ / mol
$\Delta P$	= <i>pressure drop</i> , psi
$\rho$	= densitas, lb / ft <sup>3</sup>
$\rho_B$	= densitas <i>bulk</i> katalis, kg / m <sup>3</sup>

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Impor <i>Phthalic Anhydride</i> .....	3
Tabel I.2	Prediksi Kebutuhan <i>Phthalic Anhydride</i> .....	4
Tabel I.3	Industri di Indonesia yang Menggunakan <i>Phthalic Anhydride</i> ....	5
Tabel I.4	Industri Penghasil <i>Phthalic Anhydride</i> di Dalam dan Luar Negeri	6
Tabel I.5	Perbandingan Harga Bahan Baku .....	10
Tabel I.6	Sifat - sifat Fisis $N_2$ dan $O_2$ Komponen Udara .....	12
Tabel II.1	Neraca Massa <i>Extruder</i> .....	34
Tabel II.2	Neraca Massa <i>Furnace</i> .....	34
Tabel II.3	Neraca Massa <i>Tee</i> .....	35
Tabel II.4	Neraca Massa disekitar Reaktor .....	35
Tabel II.5	Neraca Massa <i>Switch Condenser</i> .....	35
Tabel II.6	Neraca Massa <i>Prilling Tower</i> .....	36
Tabel II.7	Neraca Massa Total .....	36
Tabel II.8	Neraca Panas <i>Melter</i> .....	36
Tabel II.9	Neraca Panas <i>Furnace</i> .....	37
Tabel II.10	Neraca Panas <i>Tee</i> .....	37
Tabel II.11	Neraca Panas disekitar Reaktor .....	37
Tabel II.12	Neraca Panas Zona Desublimasi <i>Switch Condenser</i> .....	38
Tabel II.13	Neraca Panas Zona <i>Melting Switch Condenser</i> .....	38
Tabel II.14	Neraca Panas <i>Prilling Tower</i> .....	38
Tabel III.1	Spesifikasi <i>Extruder</i> .....	45

Tabel III.2	Spesifikasi <i>Furnace</i> .....	45
Tabel III.3	Spesifikasi Reaktor .....	46
Tabel III.4	Spesifikasi <i>Switch Condenser</i> .....	47
Tabel III.5	Spesifikasi <i>Prilling Tower</i> .....	48
Tabel III.6	Spesifikasi Silo .....	49
Tabel III.7	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> .....	49
Tabel III.8	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> .....	50
Tabel III.9	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> .....	50
Tabel III.10	Spesifikasi <i>Hopper</i> .....	51
Tabel III.11	Spesifikasi <i>Waste Heat Boiler</i> .....	51
Tabel III.12	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> .....	52
Tabel III.13	Spesifikasi Pompa .....	56
Tabel III.14	Spesifikasi <i>Blower</i> .....	57
Tabel IV.1	Kebutuhan Air Pendingin .....	69
Tabel IV.2	Kebutuhan Air Umpan <i>Waste Heat Boiler</i> .....	69
Tabel IV.3	Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi .....	69
Tabel IV.4	Kebutuhan Air Laut .....	70
Tabel IV.5	Kebutuhan Air dari PT. KTI .....	70
Tabel IV.6	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas .....	72
Tabel IV.7	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan .....	74
Tabel IV.8	Total Kebutuhan Listrik Pabrik .....	75
Tabel V.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> .....	98
Tabel V.2	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan .....	101

Tabel V.3	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan .....	102
Tabel VI.1	Indeks Harga Alat .....	106
Tabel VI.2	Modal Tetap .....	109
Tabel VI.3	Modal Kerja .....	110
Tabel VI.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	111
Tabel VI.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	111
Tabel VI.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	111
Tabel VI.7	<i>General Expense</i> .....	112
Tabel VI.8	Analisa Kelayakan .....	115

